

Z313b SOI ピクセル半導体検出器を用いた電子飛跡検出型コンプトンカメラの開発

加賀谷美佳(仙台高専), 片桐秀明, 加藤凌, 東城直美(茨城大学), 鶴剛(京都大学), 武田彩希(宮崎大学), 新井康夫(KEK), 島添健次(東京大学)

Sub-MeV ラインガンマ線の観測は、超新星爆発による元素合成メカニズムなど、様々な高エネルギー天体現象を明らかにするために重要である。このエネルギー領域ではバックグラウンドが大きいことが問題であるため、バックグラウンド除去が可能な装置の開発が必要である。半導体検出器を用いた電子飛跡検出型コンプトンカメラは、エネルギー分解能に優れ、ラインガンマ線の検出に適していることに加え、ガンマ線が検出器内でコンプトン散乱を起こした際の電子の反跳方向を検出することで、ガンマ線の到来方向を1事象ごとに一意に決めることができ、反跳電子とガンマ線の散乱角におけるコンプトン運動学を用いた制限により、高いバックグラウンド除去能力を実現できる。電子飛跡検出型コンプトンカメラには、数百 μm の電子飛跡を捉えるための微細なピクセルサイズと、同時計数を実現するための回路が必要となる。そこで本研究では、信号の検出毎にトリガーをかけられるイベント駆動回路を搭載し、30 μm のピクセルサイズを実現した Silicon-on-Insulator (SOI) 技術を用いた X 線観測用のピクセル半導体検出器 XRPIX2b に着目した。XRPIX2b の反跳電子の検出性能を評価するために、プロトタイプによる実測試験と、Geant4 シミュレーションによる検証を行った。ガンマ線の散乱角や反跳電子の深さ方向における傾斜角、電子がピクセルに対して斜めに走る場合の角度を変え、様々な条件での評価を行った。511 keV のガンマ線源を用いた評価試験の結果、約 100 μm 程度の短い電子飛跡の検出および電子の反跳方向の推定に成功し、電子の反跳方向の情報を使ったコンプトン再構成によるガンマ線の到来方向の推定が可能なことも確認することができた。本講演では、これらの原理実証試験の結果について報告する。